

# **Redes de Computadores**





# Material Teórico



Cálculo de sub-rede

**Responsável pelo Conteúdo:**

Prof. Esp. Hugo Fernandes

**Revisão Textual:**

Prof. Ms. Luciano Vieira Francisco



# UNIDADE

## Cálculo de sub-rede



- Cálculo de Sub-Rede
- VLSM – Máscaras de Sub-Rede DE
- Exemplo de VLSM
- Rota de Agregação



### OBJETIVO DE APRENDIZADO

- Estudar a técnica VLSM, usada para aproveitar melhor o endereçamento IPv4. Os endereços IP são necessários para comunicação entre as máquinas. Sem os quais, não teremos comunicação. O VLSM é uma técnica interessante para melhor aproveitamento do espaço de endereço IPv4. Desvincula o endereço IP apenas para classes cheias – full – e permite a variação dessa máscara. Portanto, não ficamos limitados apenas às máscaras de classe A, B ou C.





# Orientações de estudo

Para que o conteúdo desta Disciplina seja bem aproveitado e haja uma maior aplicabilidade na sua formação acadêmica e atuação profissional, siga algumas recomendações básicas:



## Assim:

- ✓ Organize seus estudos de maneira que passem a fazer parte da sua rotina. Por exemplo, você poderá determinar um dia e horário fixos como o seu “momento do estudo”.
- ✓ Procure se alimentar e se hidratar quando for estudar, lembre-se de que uma alimentação saudável pode proporcionar melhor aproveitamento do estudo.
- ✓ No material de cada Unidade, há leituras indicadas. Entre elas: artigos científicos, livros, vídeos e sites para aprofundar os conhecimentos adquiridos ao longo da Unidade. Além disso, você também encontrará sugestões de conteúdo extra no item **Material Complementar**, que ampliarão sua interpretação e auxiliarão no pleno entendimento dos temas abordados.
- ✓ Após o contato com o conteúdo proposto, participe dos debates mediados em fóruns de discussão, pois irão auxiliar a verificar o quanto você absorveu de conhecimento, além de propiciar o contato com seus colegas e tutores, o que se apresenta como rico espaço de troca de ideias e aprendizagem.

# Cálculo de Sub-Rede

Antes mesmo de estudar como calcular sub-redes, é interessante revermos como se faz a conversão de um número binário para decimal – e de decimal para binário.

Os conhecimentos sobre essas conversões são extremamente importantes para entender a calcular sub-redes, pois teremos que converter um endereço decimal para binário e, depois de calcular a sub-rede, voltar o número binário para decimal.

A condição binária de numeração é um sistema no qual existem apenas dois algarismos, o um e o zero. Podemos representar qualquer número decimal em binário usando apenas esses dois algarismos.

Para representar o número zero em binário, usamos o algarismo 0 e para representar o número um em binário, usamos o algarismo 1. Pois bem, se temos apenas esses dois algarismos, como poderíamos representar o algarismo 2 em binário? Você já parou para pensar nisto?!

Não possuímos o algarismo 2 nesse sistema de numeração. Como faríamos, então, já que em binário só temos dois símbolos (0 e 1)?

Não é tão complicado quanto parece. No sistema decimal, nós não possuímos o algarismo 10 e apresentamos a quantidade de uma dezena utilizando o algarismo 1 seguido do 0, ou seja, passamos a repetir os algarismos que já existem nesse sistema de numeração.

No sistema binário, com um bit, conseguimos representar dois dados (0 e 1) e para representar outros valores maiores que 0 e 1, usamos a mesma regra feita para o sistema decimal. Portanto, para representar outros valores, temos de começar a agrupar outros bits.

Para começar os estudos sobre conversões de base, primeiro verificaremos o procedimento genérico de conversões, ou seja, como converter qualquer base para outra base. Depois, usaremos o conceito aprendido para as conversões que precisaremos.

Então, vamos lá, estudar e compreender como se faz a conversão!

## Método Genérico de Transformação de Números

Para qualquer conversão de uma base X para uma base Y, podemos usar o método de decomposição dos números, ou seja, separamos cada número em sua representatividade – unidade, dezena, centena etc. – e então multiplicamos pela base em que o número se encontra elevado à sua representatividade – unidade, dezena, centena etc. –, lembrando que o expoente para a unidade será 0, para a dezena será 1 e assim por diante.

Exemplo:

Decompor o decimal 5324:

$$5324 : 10 = 532, \text{ sobra } 4 \ 10^0$$

$$532 : 10 = 53, \text{ sobra } 2 \ 10^1$$

$$53 : 10 = 5, \text{ sobra } 3 \ 10^2$$

$$5 : 10 = 0, \text{ sobra } 5 \ 10^3$$

Então, o número 5324 decomposto ficaria da seguinte forma:

$$4 \times 10^0 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^2 + 5 \times 10^3$$

Se o cálculo for efetuado, chegaremos novamente no número 5324.

## Convertendo de Binário para Decimal

---

Para fazer a conversão do sistema binário para o decimal, devemos proceder da seguinte forma: multiplicamos o primeiro número binário da direita para a esquerda por dois elevado a zero; o segundo número da direita para a esquerda multiplicamos por dois elevado a um e assim sucessivamente, até que todos os números sejam multiplicados por dois e seu respectivo expoente.

Os resultados dessas multiplicações devem ser somados para obtermos o número decimal. Veja o exemplo a seguir:

Converter 110101 (binário) para número decimal:

$$\begin{aligned} 110101_2 &= 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 \\ &= 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^0 \\ &= 1 \cdot 32 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 1 \\ &= 53_{10} \end{aligned}$$

No exemplo anterior, note que os números binários com dígito 0 não são considerados na soma, pois qualquer número multiplicado por zero tem valor zero. Portanto, somente os binários com expoente 5, 4, 2 e 0 foram considerados nesse cálculo.

## Conversão de Decimal para Binário

---

Considere o seguinte exemplo: converter 29 (decimal para binário) – após o cálculo, devemos chegar ao resultado 111012.

Para converter de uma base decimal para qualquer outra base, basta dividir, sucessivamente, o número decimal pela base que se quer converter, guardando o resto da divisão. O resultado é novamente dividido pela base e devemos guardar o resto. Este processo se repetirá até que o resultado seja menor que a base. Assim, teremos:

$$29 : 2 = 14, \text{ resto } 1 \ 2^0$$

$$14 : 2 = 7, \text{ resto } 0 \ 2^1$$

$$7 : 2 = 3, \text{ resto } 1 \ 2^2$$

$$3 : 2 = 1, \text{ resto } 1 \ 2^3$$

$$1 : 2 = 0, \text{ resto } 1 \ 2^4$$

O resultado final é composto por todos aqueles restos da divisão que guardamos durante o processo. A leitura é feita de baixo para cima. Portanto, temos como resposta  $11101^2$ .

## VLSM – Máscaras de Sub-Rede DE

Em 1987, foi desenvolvida a RFC 1009 que especifica como uma rede pode usar mais do que uma máscara de rede.

Quando uma rede IP é identificada com mais de uma máscara de rede, é considerada uma rede com “máscaras de sub-rede de tamanho variado” (VLSM), permitindo que os prefixos de rede tenham diferentes tamanhos.



A técnica VLSM deve ser implementada para oferecer vantagens relacionadas a desempenho. Veja uma aplicação referente à VLSM em: <https://goo.gl/FZsSRE>

## Utilização Eficiente do Endereço IP nas Organizações

O VLSM permite usar de forma eficiente o espaço de endereço IP nas organizações. Um dos grandes problemas encontrados com a máscara de rede usando classe A, B ou C é que, uma vez selecionada uma das quais, não é possível ter flexibilidade em implementar sub-redes, ou seja, uma vez escolhida a classe B, teríamos 65.534 endereços disponíveis e se a empresa fosse usar apenas 1.500 endereços, os restantes ficariam perdidos.

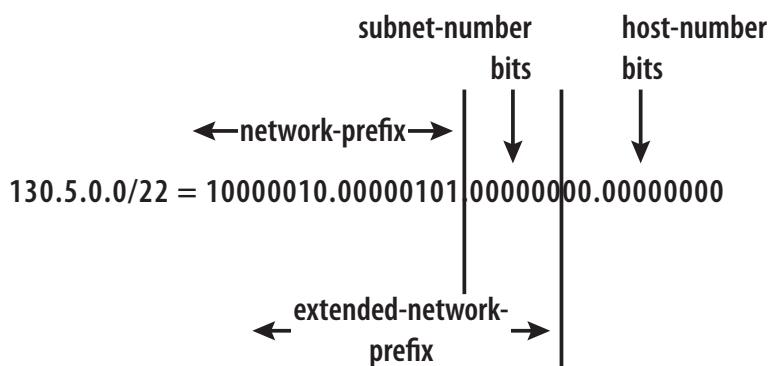


Figura 1 –  $130.5.0.0/16$  com um /22 prefixo estendido de rede

Fonte: Seméria, 1996

Observe a Figura 1: trata-se de uma rede /16 (máscara 255.255.0.0) com um prefixo de rede estendido /22, ou seja, pegamos emprestados seis *bits* para formar sub-redes, o que permite 64 sub-redes (2<sup>6</sup>), cada qual suporta um número máximo de 1.022 *hosts* (2<sup>10</sup> - 2).

O cálculo para se chegar a 64 sub-redes se deu pelo empréstimo dos seis *bits* para se formar a sub-rede.

Perceba na Figura que a rede 130.5.0.0 tem um prefixo de rede inicial /16, representado pela descrição *network-prefix*. Portanto, teríamos os dois primeiros octetos à esquerda para representar a rede e os outros dois octetos mais à direita para figurar os *hosts* dentro da rede. No entanto, conforme descrito mais acima, haveria um grande número de endereços IP (2<sup>16</sup> - 2 = 65534) para identificar os *hosts*, sendo que não precisaríamos de tantos endereços assim.

Isto é interessante se a organização quiser implantar uma grande sub-rede, mas e se preferir implantar uma pequena sub-rede, com apenas 20 ou 30 *hosts*?

Pensando nisto, houve a proposta de se usar a máscara de forma flexível. Desse modo, conseguimos diminuir os *bits* que representam os *hosts* e conseguiríamos aumentar a quantidade de bits que figuram a rede.

Na Figura 1, seis *bits* foram pegos emprestados para formar redes. Portanto, passamos de um endereço 130.5.0.0/16 para um 130.5.0.0/22, ou seja, somamos aos 16 *bits* de rede os seis *bits* que pegamos emprestados. Os *bits* emprestados estão indicados, na Figura, pela descrição *subnet-number bits* e os outros 10 *bits* serão usados para identificar as máquinas dentro da rede.

Para criarmos as sub-redes correspondentes aos seis bits que pegamos emprestados, devemos variá-los um a um. Assim, as seguintes redes seriam possíveis:

Quadro 1

Sub-rede	Endereços				Conversão em decimal
0	130	5	00000000	00000000	130.5.0.0/22
1	130	5	00000100	00000000	130.5.4.0/22
2	130	5	00001000	00000000	130.5.8.0/22
3	130	5	00001100	00000000	130.5.12.0/22
4	130	5	00010000	00000000	130.5.16.0/22
5	130	5	00010100	00000000	130.5.20.0/22
6	130	5	00011000	00000000	130.5.24.0/22
7	130	5	00011100	00000000	130.5.28.0/22
8	130	5	00100000	00000000	130.5.32.0/22
9	130	5	00100100	00000000	130.5.36.0/22
10	130	5	00101000	00000000	130.5.40.0/22
11	130	5	00101100	00000000	130.5.44.0/22
12	130	5	00110000	00000000	130.5.48.0/22
...	130	5	...	00	...
63	130	5	1111100	00000000	130.5.252.0/22

Fonte: elaborado pelo professor conteudista

No Quadro acima, os seis *bits* emprestados do terceiro octeto para criar as sub-redes estão na cor vermelha, os outros dois *bits* do terceiro octeto serão usados para identificar as máquinas dentro de cada rede criada.

Para converter de binário para decimal, devemos usar o processo já explicado no início deste Material teórico.

Para exemplificar, converteremos a terceira rede criada (00001000). Os dois primeiros octetos não se alteram e, portanto, sempre será 130.5 para qualquer rede criada.

O terceiro octeto, no qual foram pegos emprestados os seis *bits* para formar as sub-redes, terá um número para cada rede criada.

Assim, a terceira rede (00001000) convertida para decimal ficará da seguinte forma:

$$2^7 \times 0 + 2^6 \times 0 + 2^5 \times 0 + 2^4 \times 0 + 2^3 \times 1 + 2^2 \times 0 + 2^1 \times 0 2^0 \times 0$$

Há o número 1 apenas no  $2^3 \times 1$ ; os restantes são todos zeros. Portanto, o resultado será 8 para o terceiro octeto. É por este motivo que está sub-rede ficou com o endereço 130.5.8.0/22. Sendo que o /22 indica que os seis bits do terceiro octeto serão usados para representar a rede.

Seguindo o processo descrito acima, teremos, então, 64 sub-redes, cada uma podendo ter, no máximo, 1.022 máquinas, pois temos direito a manipular os oitos bits do quarto octeto mais dois bits do terceiro octeto, ou seja, dez *bits* ( $2^{10} - 2$ ).

O cálculo de sub-rede, *a priori*, parece ser um pouco complicado no início. No entanto, sabendo trabalhar com conversão de decimal para binário e de binário para decimal, torna-se bem mais simples a compreensão, pois para criar sub-redes devemos pegar bits emprestados da parte usada para identificar os hosts e proceder com as combinações possíveis, partindo de todos os bits emprestados, sendo 0 até todos os *bits* emprestados, sendo tudo 1.

A técnica VLSM permite criarmos sub-redes de sub-redes, ou seja, a partir de uma sub-rede criada, podemos usá-la para criar outras sub-redes.

Veremos como isto pode ser feito, sendo interessante ressaltar que você não deverá seguir em frente no estudo do texto se o que foi descrito acima não estiver compreendido.

Se o administrador de rede ficar limitado a implementar apenas uma sub-rede, então, seguindo o caso descrito acima, esses 20 ou 30 *hosts* teriam que usar um dos endereços da sub-rede com o prefixo /22.

Essa atribuição de máscara é um desperdício, ou seja, aproximadamente 1.000 endereços IP para cada sub-rede foram desperdiçados!

Assim, podemos concluir que limitar a associação de um número de rede com uma única máscara não ajuda no uso eficiente de endereço IP em uma organização.

Uma solução para esse problema foi permitir que uma sub-rede de rede pudesse atribuir mais do que uma máscara de sub-rede.

Analisaremos outra situação, aproveitando a Figura 1: assumiremos que o administrador de rede permitiu configurar também na rede 130.5.0.0/16 um prefixo estendido de rede /26.

A Figura 2 mostra, de forma visual, a situação descrita acima: um endereço de rede /16 com um prefixo de rede estendido /26 permite 1.024 sub-redes ( $2^{10}$ ), cada qual suportando um máximo de 62 hosts ( $2^6 - 2$ ).

O prefixo /26 pode ser ideal para pequenas sub-redes que necessitem de menos de 60 hosts, enquanto o prefixo /22 é bem adequado para grandes sub-redes com elevação para 1.000 hosts.

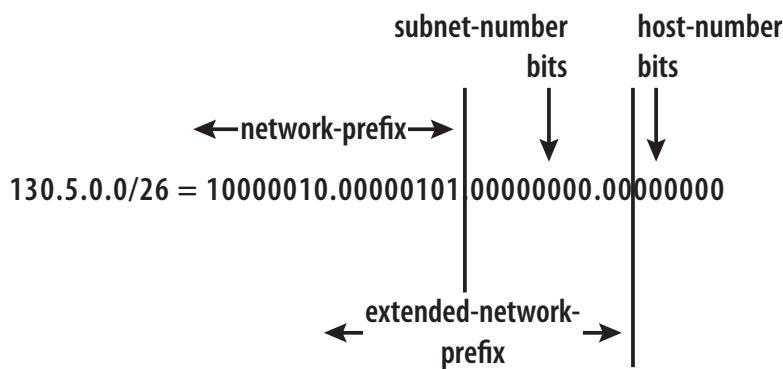


Figura 2 – 130.5.0.0/16 com um /26 prefixo estendido de rede  
 Fonte: Seméria (1996).

## Exemplo de VLSM

Imagine uma situação hipotética: uma organização tem uma rede cujo número IP é 140.25.0.0/16 e planeja implantar o VLSM. A Figura 3 apresenta o desenho de VLSM que se deseja usar na empresa em questão:

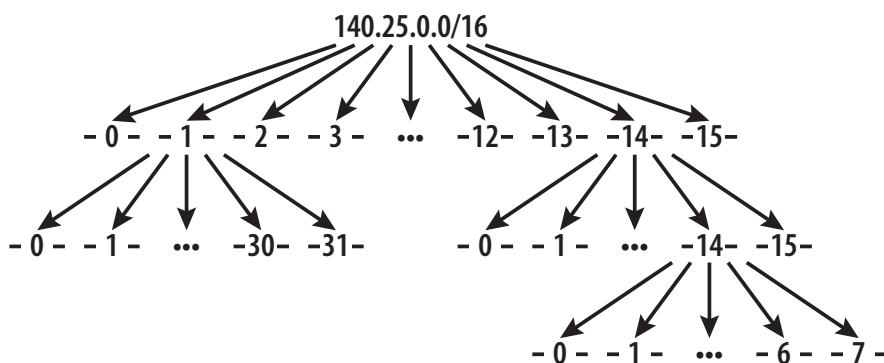


Figura 3 – Endereço estratégico para exemplo VLSM  
 Fonte: Seméria (1996).

A primeira etapa do processo divide a base dos endereços da rede em 16 blocos de endereços de tamanhos iguais.

Como se pode perceber pela Figura 3, a sub-rede #1 é dividida em 32 blocos de endereços com tamanhos iguais, a sub-rede #14 é dividida em 16 blocos de endereços e, finalmente, a sub-rede #14-14 é dividida em 8 blocos de endereços.



VLSM é frequentemente usado em um ambiente de campus universitário. Se o administrador de rede tiver um bloco de endereços de classe B para uso em vários campi, normalmente usa sub-redes de comprimento variável. As sub-redes podem então ser divididas por edifício e grupo de trabalho nos campi, o que exigiria números diferentes de endereços. Se as máscaras de sub-rede fixas foram usadas para alocar o mesmo número de endereços IP para os locais, um número de endereços seria desperdiçado. Se o VLSM for empregado, haverá menos desperdício no espaço de endereçamento alocado em todos os locais do campus, dando mais espaço para o crescimento da rede.

## Definindo as 16 Sub-Redes de 140.25.0.0/16

A primeira etapa para a divisão das 16 sub-redes com blocos de tamanhos iguais a partir do endereço 140.25.0.0/16 está ilustrada na Figura 4:

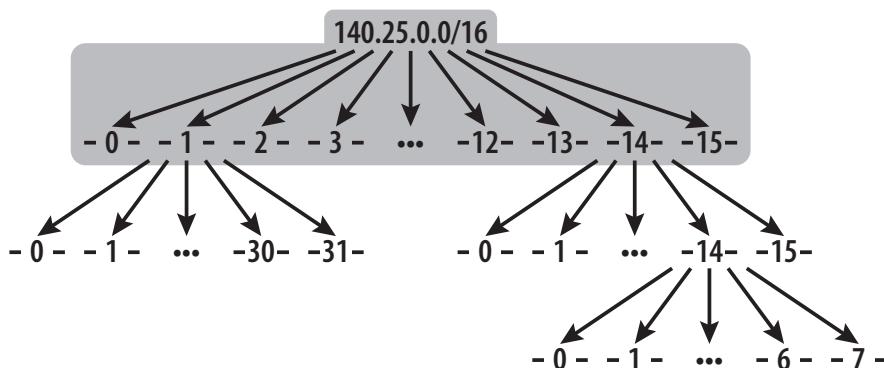


Figura 4 – Define as 16 sub-redes para 140.25.0.0/16

Fonte: Seméria (1996).

Para as 16 sub-redes é necessário “pegar” emprestados quatro bits ( $16 = 2^4$ ) pertencentes aos hosts da rede 140.25.0.0/16.

Considerando o endereço cujo prefixo é /16, pegamos quatro bits, tornando-o uma sub-rede /20. Cada sub-rede representa um bloco de 212 (ou 4.096) endereços de rede.

O expoente 12 refere-se à quantidade de bits que restaram para representar os endereços de hosts. Se temos uma máscara /20, sobram 12 bits para representar os hosts.

Os endereços dos 16 blocos de sub-redes, partindo da rede 140.25.0.0/16, são dados a seguir.

As sub-redes estão numeradas de 0 a 15. Cada prefixo de rede estendido está sublinhado e os dígitos em negrito identificam os 4 bits que representam o número da sub-rede.

Quadro 2 – Sub-redes da rede principal (140.25.48.0/20)

Base Network:	<u>10001100.00011001.00000000.00000000</u> = 140.25.0.0/16
Subnet #0:	<u>10001100.00011001.0<b>000</b>0000.00000000</u> = 140.25.0.0/20
Subnet #1:	<u>10001100.00011001.0<b>001</b>0000.00000000</u> = 140.25.16.0/20
Subnet #2:	<u>10001100.00011001.0<b>010</b>0000.00000000</u> = 140.25.32.0/20
Subnet #3:	<u>10001100.00011001.0<b>011</b>0000.00000000</u> = 140.25.48.0/20
Subnet #4:	<u>10001100.00011001.0<b>100</b>0000.00000000</u> = 140.25.64.0/20
:	
:	
Subnet #13:	<u>10001100.00011001.1<b>101</b>0000.00000000</u> = 140.25.208.0/20
Subnet #14:	<u>10001100.00011001.1<b>110</b>0000.00000000</u> = 140.25.224.0/20
Subnet #15:	<u>10001100.00011001.1<b>111</b>0000.00000000</u> = 140.25.240.0/20

Fonte: Seméria (1996)

Analisaremos, agora, os endereços dos hosts que estão na sub-rede #3 (140.25.48.0/20), conforme apresentado na Figura a seguir:

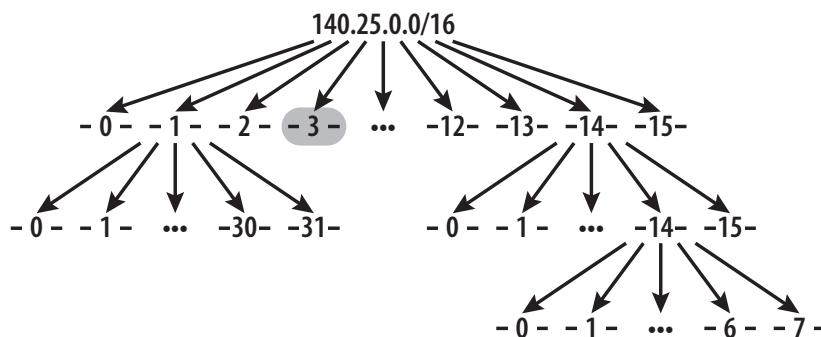


Figura 5 – Define o endereço do host para a sub-rede #3 (140.25.48.0/20)

Fonte: Seméria (1996).

Conforme descrito, temos 12 bits para endereçar os hosts na sub-rede #3. Portanto, há 4.094 endereços de hosts válidos ( $2^{12} - 2$ ). Os hosts são numerados de 1 até 4.094.

Os endereços de hosts válidos para a sub-rede #3 são fornecidos a seguir. Cada prefixo estendido de rede é identificado com um sublinhado e os dígitos em negrito identificam os 12 bits referentes à identificação dos hosts.

Quadro 3 – Endereços IP para os hosts da sub-rede 3

Subnet #3:	<u>10001100.00011001.00110000.00000000</u> = 140.25.48.0/20
Host #1:	<u>10001100.00011001.0011<b>0000.0000001</b></u> = 140.25.48.1/20
Host #2:	<u>10001100.00011001.0011<b>0000.0000010</b></u> = 140.25.48.2/20
Host #3:	<u>10001100.00011001.0011<b>0000.0000011</b></u> = 140.25.48.3/20
:	
:	
Host #4093:	<u>10001100.00011001.0011<b>1111.11111101</b></u> = 140.25.63.253/20
Host #4094:	<u>10001100.00011001.0011<b>1111.11111110</b></u> = 140.25.63.254/20

Fonte: Seméria (1996).

O endereço de *broadcast* para a sub-rede #3 corresponde a todos os 1, conforme pode ser visto no quadro a seguir:

Quadro 4 – Endereço de broadcast da sub-rede #3

10001100.00011001.0011**1111.11111111** = 140.25.63.255

Fonte: Seméria (1996).

O endereço de *broadcast* para a sub-rede #3 é exatamente um a menos que o endereço-base da sub-rede #4 (140.25.64.0).

## Definir Sub-Sub-Redes da Sub-Rede #14 (140.25.224.0/20)



### Em Síntese

*Variable Length Subnet Mask (VLSM)* é uma técnica que os administradores de rede empregam para usar sua(s) sub-rede(s) IP de forma mais eficaz. O VLSM também permite mais de uma máscara de sub-rede dentro do mesmo espaço de endereço de rede, que também é conhecido como sub-rede de uma sub-rede.

Depois que a base foi dividida em 16 sub-redes e devidamente identificada, analisaremos a sub-rede #14 para dividi-la em 16 outros blocos de sub-rede de tamanhos iguais. A Figura 6 demonstra o que fazer:

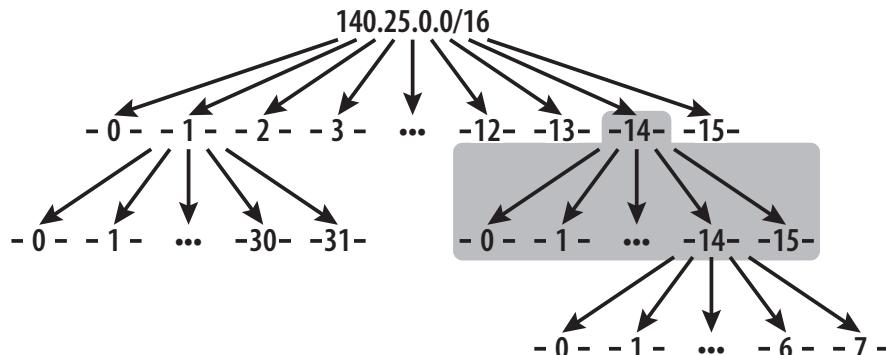


Figura 6 – Definir as sub-sub-redes para a sub-rede #14 (140.25.224.0/20)

Fonte: Seméria (1996).

Precisamos, novamente, “pegar” emprestados mais 4 bits que identificam os hosts para implementar as 16 sub-sub-redes ( $16 = 2^4$ ). Significa que a organização precisará usar um /24 como prefixo estendido de rede, ou seja, a partir da sub-rede /20 criaremos mais 16 sub-redes.

Portanto, partiremos do /20 e pegaremos emprestado mais 4 bits para formar essas 16 sub-redes. Assim, ficaremos com um /24.

Os 16 blocos de endereços das sub-redes 140.25.224.0/20 são fornecidos a seguir. As sub-redes são numeradas de 0 até 15. O prefixo estendido de rede é identificado com o sublinhado, enquanto os dígitos identificados em negrito são os 4 bits representando o número da sub-sub-rede.

#### Quadro 5 – Sub-redes da sub-rede #14

Subnet #14:	<u>10001100.00011001.11100000.00000000</u> = 140.25.224.0/20
Subnet #14-0:	<u>10001100.00011001.1110<b>0000</b>.00000000</u> = 140.25.224.0/24
Subnet #14-1:	<u>10001100.00011001.1110<b>0001</b>.00000000</u> = 140.25.225.0/24
Subnet #14-2:	<u>10001100.00011001.1110<b>0010</b>.00000000</u> = 140.25.226.0/24
Subnet #14-3:	<u>10001100.00011001.1110<b>0011</b>.00000000</u> = 140.25.227.0/24
Subnet #14-4:	<u>10001100.00011001.1110<b>0100</b>.00000000</u> = 140.25.228.0/24
:	
:	
Subnet #14-14:	<u>10001100.00011001.1110<b>1110</b>.00000000</u> = 140.25.238.0/24
Subnet #14-15:	<u>10001100.00011001.1110<b>1111</b>.00000000</u> = 140.25.239.0/24

Fonte: Seméria (1996).

### Definir o Endereço dos Hosts para Sub-Rede #14-3 (140.25.227.0/24)

Analisaremos os endereços dos hosts que podem ser atribuídos à sub-rede #14-3 (140.25.227.0/24). A Figura 7 apresenta os endereços:

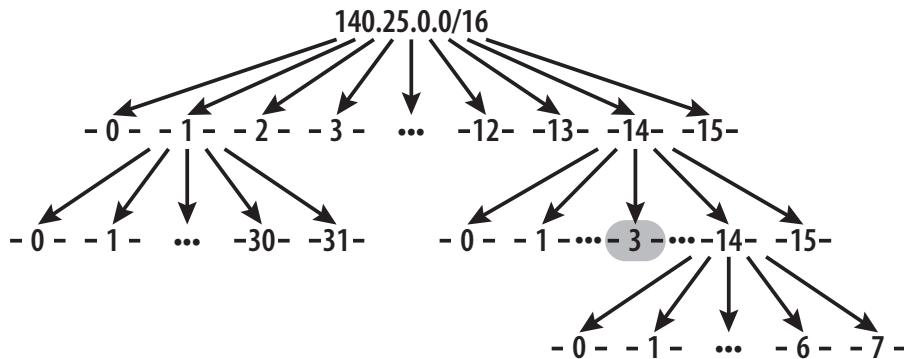


Figura 7 – Definir os endereços de host para a sub-rede #14-3 (140.25.227.0/24)  
Fonte: Seméria (1996).

Cada sub-rede da sub-rede #14 tem 8 bits para representar os *hosts*, pois estamos trabalhando com um /24, significa que faltam 8 bits para completar os 32 bits que compõem o endereçamento IP.

Com 8 bits podemos endereçar 254 hosts (28 -2). Os *hosts* são numerados de 1 até 254.

Os endereços válidos para a sub-rede #14-3 são fornecidos a seguir. O prefixo estendido de rede é identificado com um sublinhado, enquanto os dígitos identificados em negrito são os 8 bits referentes à identificação de *hosts*.

Quadro 6 – Endereços IP da sub-rede #14-3

Subnet #14-3:	<u>10001100.00011001.11100011.00000000</u> = 140.25.227.0/24
Host #1:	<u>10001100.00011001.11100011.00000001</u> = 140.25.227.1/24
Host #2:	<u>10001100.00011001.11100011.00000010</u> = 140.25.227.2/24
Host #3:	<u>10001100.00011001.11100011.00000011</u> = 140.25.227.3/24
Host #4:	<u>10001100.00011001.11100011.00000100</u> = 140.25.227.4/24
Host #5:	<u>10001100.00011001.11100011.00000101</u> = 140.25.227.5/24
.	.
.	.
Host #253:	<u>10001100.00011001.11100011.11111101</u> = 140.25.227.253/24
Host #254:	<u>10001100.00011001.11100011.11111110</u> = 140.25.227.254/24

Fonte: Seméria (1996).

O endereço de *broadcast* para a sub-rede #14-3 corresponde a todos 1 ou:

Quadro 7 – Endereço de *broadcast* da sub-rede #14-3

10001100.00011001.11100011.11111111 = 140.25.63.255

Fonte: Seméria (1996).

O endereço de broadcast para a sub-rede #14-3 é exatamente um a menos que a base de endereço para a sub-rede #14-4 (140.25.228.0).

## Definir a sub2-sub-redes para a sub-rede #14-14 (140.25.238.0/24)

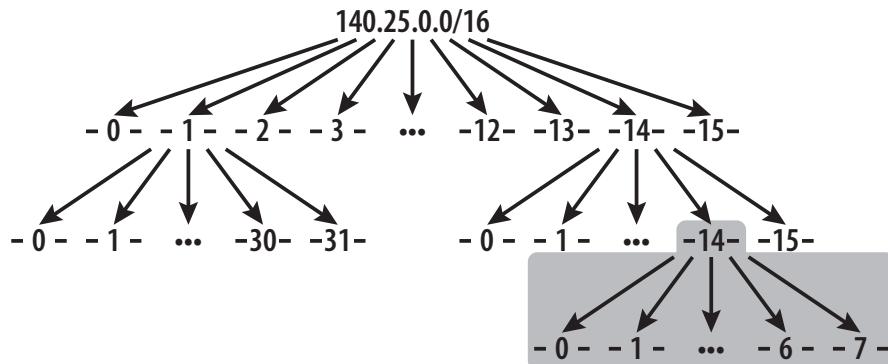


Figura 8 – Definir a sub2-sub-redes para a sub-rede #14-14 (140.25.238.0/24)

Fonte: Seméria (1996).

Para implementar 8 sub-redes a partir da sub-rede 14-14, devemos “pegar” emprestados 3 bits, pois  $8 = 2^3$ . Significa que a empresa usará um /27, pois estamos partindo de um /24 e pegamos emprestados mais 3 bits, tornando-o um /27 como prefixo estendido de rede.

As 8 sub-redes do 140.25.238.0/24 do bloco de endereços estão exibidas a seguir. As sub-redes são numeradas de 0 a 7.

O prefixo estendido de rede é identificado com um sublinhado, enquanto o que está em negrito sinaliza os 3 bits representando a sub-rede 2.

Quadro 8 – Endereços das sub-redes #14-14

Subnet #14-14:	<u>10001100.00011001.11101110.00000000</u> = 140.25.238.0/24
Subnet #14-14-0:	<u>10001100.00011001.11101110.00000000</u> = 140.25.238.0/27
Subnet #14-14-1:	<u>10001100.00011001.11101110.00100000</u> = 140.25.238.32/27
Subnet #14-14-2:	<u>10001100.00011001.11101110.01000000</u> = 140.25.238.64/27
Subnet #14-14-3:	<u>10001100.00011001.11101110.01100000</u> = 140.25.238.96/27
Subnet #14-14-4:	<u>10001100.00011001.11101110.10000000</u> = 140.25.238.128/27
Subnet #14-14-5:	<u>10001100.00011001.11101110.10100000</u> = 140.25.238.160/27
Subnet #14-14-6:	<u>10001100.00011001.11101110.11000000</u> = 140.25.238.192/27
Subnet #14-14-7:	<u>10001100.00011001.11101110.11100000</u> = 140.25.238.224/27

Fonte: Seméria (1996).



Considere um espaço de endereço classe C tradicional, como 192.168.1.0, e uma organização com quatro grupos de computadores: o *data center* com 75 hosts; o *call center* com 50; a produção com 25; e o escritório com 20. Em uma configuração de sub-rede fixa, dividir os 255 endereços de hosts disponíveis em quatro sub-redes suportaria apenas 62 hosts cada, não atendendo às necessidades do *data center* – excedendo em muito os endereços para operações e os *execs*. Contudo, usando VLSM, o espaço é primeiro dividido em 2, com cada sub-rede capaz de endereçar 126 hosts. Assim, uma sub-rede cobre o *data center*. A outra metade é ainda dividida em duas, fornecendo duas sub-sub-redes de 62 hosts. Uma abrange o *call center*, a outra é dividida em duas mais uma vez, criando duas sub-sub-sub-30 de acolhimento, a fim de cobrir o setor de produção e o escritório.

## Definir Endereços de Hosts para a Sub-Rede #14-14-2 (140.25.238.64/27)

Veja na Figura 9 os endereços dos hosts que podem ser atribuídos para a sub-rede #14-14-2 (140.25.238.64/27):

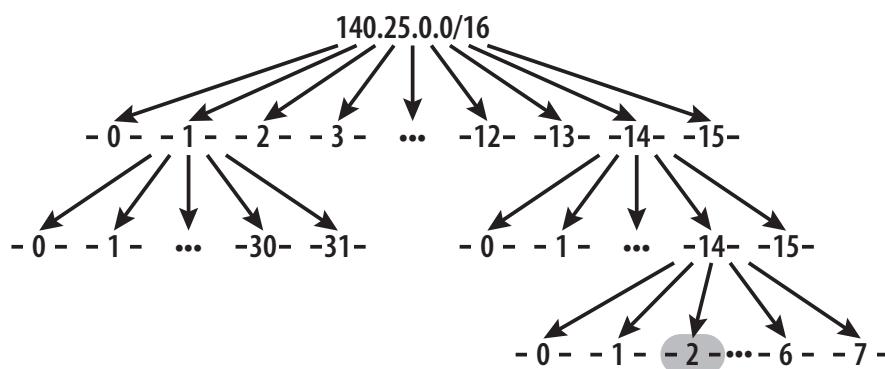


Figura 9 – Definir os endereços de hosts para a sub-rede #14-14-2 (140.25.238.64/27)  
 Fonte: Seméria (1996).

Cada sub-rede da sub-rede #14-14 tem 5 bits no campo do número do host. Significa que para cada sub-rede, um bloco de 30 endereços válidos de host ( $2^5 - 2$ ) é possível. Os hosts poderão ser numerados de 1 a 30.

Os endereços válidos de hosts para cada sub-rede #14-14-2 são exibidos a seguir. O prefixo estendido de rede é identificado com um sublinhado, enquanto o que está em negrito sinaliza os 5 bits que representarão os números dos hosts:

Quadro 9 – Endereços dos hosts da sub-rede #14-14-2

Subnet#14-14-2:	<u>10001100.00011001.11101110.01000000</u> = 140.25.238.64/27
Host #1:	<u>10001100.00011001.11101110.010<b>00001</b></u> = 140.25.238.65/27
Host #2:	<u>10001100.00011001.11101110.010<b>00010</b></u> = 140.25.238.66/27
Host #3:	<u>10001100.00011001.11101110.010<b>00011</b></u> = 140.25.238.67/27
Host #4:	<u>10001100.00011001.11101110.010<b>00100</b></u> = 140.25.238.68/27
Host #5:	<u>10001100.00011001.11101110.010<b>00101</b></u> = 140.25.238.69/27
.	.
.	.
Host #29:	<u>10001100.00011001.11101110.010<b>11101</b></u> = 140.25.238.93/27
Host #30:	<u>10001100.00011001.11101110.010<b>11110</b></u> = 140.25.238.94/27

Fonte: Seméria (1996).

O endereço de broadcast para a sub-rede #14-14-2 corresponde a todos os 1 ou:

Quadro 10 – Broadcast da sub-rede #14-14-2.

1001100.00011001.11011100.010**11111** = 140.25.238.95

Fonte: Seméria (1996).

O endereço de broadcast para a sub-rede #6-14-2 é exatamente um a menos que a base de endereço para a sub-rede #14-14-3 (140.25.238.96).

## Rota de Agregação

VLSM permite também a divisão recursiva de uma rede dentro de uma organização. Assim, os endereços podem ser agregados e reagrupados para reduzir a quantidade de informação de roteamento nos roteadores de borda da empresa.

Conceitualmente, uma rede é dividida em sub-redes, algumas destas sub-redes são divididas em outras sub-redes. Isto permite uma estrutura detalhada de informação de roteamento para um grupo de sub-redes, fazendo com que o roteador de borda da empresa permita a entrada dos pacotes que pertencem àquelas sub-redes.

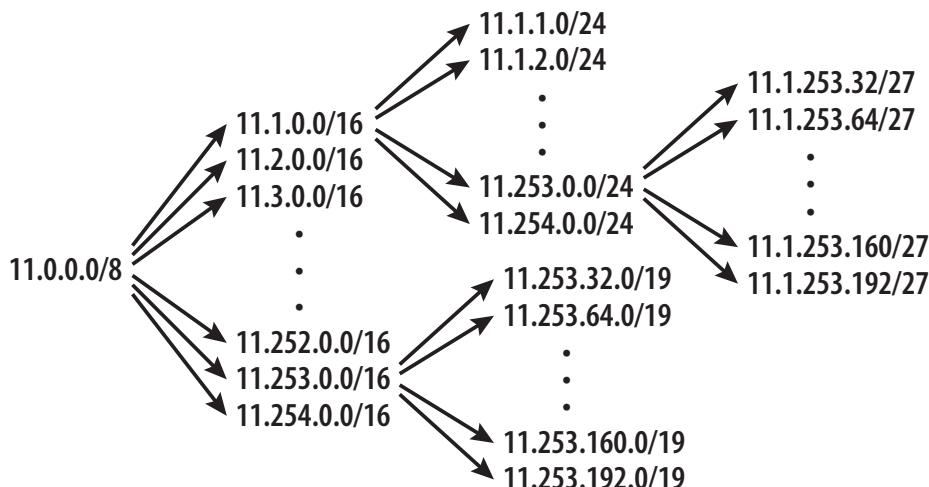


Figura 10 – VLSM permite uma divisão recursiva de um prefixo de rede

Fonte: Seméria (1996).

Observe que, na Figura 19, a rede  $11.0.0.0/8$  é a primeira e tem configuradas sub-redes com o prefixo /16 e a sub-rede  $11.1.0.0/16$  tem configuradas sub-redes com o prefixo /24.

Note também que o processo recursivo não requer que para algumas sub-redes de prefixo estendido seja atribuído um nível de recursão para a qual.

Perceba ainda que a recursão subdivide o espaço de endereço das organizações até o limite estabelecido pelo administrador de rede ou ao atingir um /30.

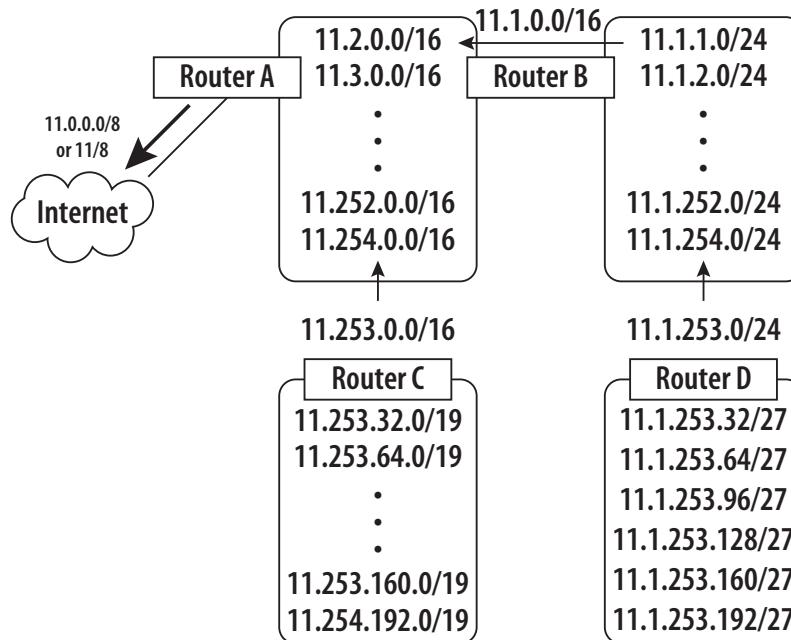


Figura 11 – VLSM (agregação de rota) reduzindo o tamanho da tabela de roteamento

Fonte: Seméria (1996).

A Figura 11 ilustra como um planejamento, usando VLSM, pode reduzir o tamanho de uma tabela de roteamento de uma organização.

Observe como o roteador D é capaz de resumir as seis sub-redes atrás de um único anúncio ( $11.1.253.0/24$ ) e como o roteador B é capaz de resumir todas as sub-redes por trás de um único anúncio.

Do mesmo modo, o roteador C é capaz de resumir as seis sub-redes por trás de um único anúncio ( $11.253.0.0/16$ ).

Finalmente, a estrutura de sub-redes não é visível para quem está fora da empresa. O roteador A anuncia apenas uma única rota, na tabela de roteamento global da internet –  $11.0.0.0/8$  (ou  $11/8$ ).

# Material Complementar

## Indicações para saber mais sobre os assuntos abordados nesta Unidade:

### Sites

#### **Endereçamento de IP e colocação em sub-rede para novos usuários**

CISCO. Exemplo de VLSM. In: Endereçamento de IP e colocação em sub-rede para novos usuários

<https://goo.gl/03NWMZ>

### Vídeos

#### **Como calcular Subredes**

<https://youtu.be/By0lkCcolsc>

#### **CÁLCULO de máscara de rede – VLSM.**

<https://youtu.be/Y9-hWsc7whA>

## Referências

ANDREW S.; TANENBAUM. **Redes de computadores**. 4. ed. São Paulo: Campus, 2003.

GALLO, M. A.; HANCOCK, W. M. **Comunicação entre computadores e tecnologias de rede**. São Paulo: Thomson Learning, 2003.

KUROSE, J. F. **Redes de computadores e a internet: uma nova abordagem**. São Paulo: Addison-Wesley, 2004.

SEMÉRIA, C. **Understanding IP addressing: everything you ever wanted to know**. [S.l.]: 3Com, 1996.





**Cruzeiro do Sul Virtual**  
Educação a Distância

www.cruzeirodosulvirtual.com.br  
Campus Liberdade  
Rua Galvão Bueno, 868  
CEP 01506-000  
São Paulo - SP - Brasil  
Tel: (55 11) 3385-3000



**Cruzeiro do Sul**  
Educacional